

①

Int. Cl.:

B 29 c

117

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



Deutsche Kl.: 39 a2, 19/02

②

⑩

# Offenlegungsschrift 1479 239

⑪

Aktenzeichen: P 14 79 239.3 (F 48011)

⑫

Anmeldetag: 27. Dezember 1965

⑬

Offenlegungstag: 4. Juni 1969

⑭

Anstellungspriorität: —

⑮

Unionspriorität

⑯

Datum: —

⑰

Land: —

⑱

Aktenzeichen: —

⑳

Bezeichnung: Verfahren zum Verbinden von Gebilden aus thermoplastischen Kunststoffen unter Wärmeeinfluß

㉑

Zusatz zu: —

㉒

Ausscheidung aus: —

㉓

Anmelder: Farbwerke Hoechst AG, vorm. Meister Lucius & Brüning, 6230 Frankfurt-Höchst

Vertreter: —

㉔

Als Erfinder benannt: Gläser, Dr. Friedrich, 6000 Frankfurt

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v 4. 9. 1967 (BGBl I S. 960): 2. 4. 1968



FARBWERKE HOECHST AG.  
*vormals Meister, Lucius & Brüning*

1479239

Dr. Expl.

Frankfurt (M)-Hoechst

## Anlage I

Dr. Bk/jk

zur Patentanmeldung Fw

4930

### Verfahren zum Verbinden von Gebilden aus thermoplastischen Kunststoffen unter Wärmeeinfluß

Zum Verbinden von Gebilden aus thermoplastischen Kunststoffen, insbesondere von Folien, dient neben dem Kleben vornehmlich das Schweißen bzw. das Heißsiegeln. Die zum Schweißen bzw. Heißsiegeln erforderliche Wärme wird bei den bekannten Verfahren durch heiße Metallflächen, heiße Gase oder durch ein hochfrequentes elektrisches Wechselfeld zugeführt.

Es ist hierbei nachteilig, daß stets größere Materialmengen erwärmt werden, als es zur Herstellung der Verbindung erforderlich wäre. Diese unerwünschte Erwärmung ist bei den bekannten Verfahren nicht vermeidbar, da die Erwärmung der Schweißstelle relativ langsam erfolgt, wobei durch Wärmeleitung das der Verbindungsstelle

/2

909823/0877

benachbarte Material ebenfalls erwärmt wird. Bei der Erwärmung durch heiße Gase oder heiße Metallflächen muß vielfach die Wärme durch mindestens einen der zu verbindenden Teile hindurch an die Verbindungsstelle gebracht werden. Beim dielektrischen Erwärmen wird das gesamte Material erwärmt, das sich im elektrischen Wechselfeld befindet. Dadurch wird stets zwangsweise Material mit erwärmt, das an der Verbindung nicht unmittelbar beteiligt ist. Da das auf Schweißtemperatur erwärmte Material vielfach schlechtere technologische Eigenschaften hat als das Ausgangsmaterial, ist es wünschenswert, die erwärmte Materialmenge auf das unbedingt erforderliche Mindestmaß zu beschränken.

Es wurde nun ein Verfahren zum Verbinden von Gebilden aus thermoplastischen Kunststoffen, insbesondere von Kunststoff-Folien, unter Wärmeeinfluß gefunden, bei dem die Wärmeeinwirkung praktisch ausschließlich auf die Materialmenge beschränkt wird, die zum Herstellen der Verbindung unbedingt erwärmt werden muß. Gemäß der Erfindung wird die erforderliche Wärmeenergie in Form einer elektromagnetischen Wellenstrahlung aufgebracht, deren Wellenlänge außerhalb des Bereichs der Eigenabsorption des Materials liegt, durch das die Wellenstrahlung die Verbindungsstelle erreichen soll, wobei die Energie der elektromagnetischen Wellenstrahlung an der Verbindungsstelle durch einen Absorber in Wärme umgewandelt wird.

Je nach den Eigenschaften des zu verbindenden Materials kann die verwendete elektromagnetische Wellenstrahlung im Wellenlängenbereich zwischen  $0,18 \mu\text{m}$  und  $1 \text{ mm}$ , vorzugsweise jedoch zwischen  $0,3$  und  $12 \mu\text{m}$  liegen. Es ist dabei zweckmäßig, die Intensität der benutzten Strahlung so hoch zu wählen, daß die Wärmezufuhr sehr

3 -

rasch erfolgt, so daß nur die nächste Umgebung des Absorbers durch Wärmeleitung mit erwärmt wird. Dies läßt sich durch räumliche und/oder zeitliche Konzentration der Strahlung, beispielsweise durch Fokussierung oder Blitzbetrieb erreichen. Als besonders geeignet haben sich Strahlungsquellen erwiesen, die nach dem Prinzip der stimulierten Emission arbeiten, und die als Laser oder Maser bekannt sind. Es können jedoch auch Funken oder andere Strahlungsquellen verwendet werden, vorausgesetzt, daß ihre Intensität hinreichend hoch ist.

Als Absorber zur Umwandlung der elektromagnetischen Wellenstrahlung in Wärme eignen sich alle Stoffe, die das auftreffende Licht in einem ausreichend kleinen Volumen absorbieren, und die mit dem zu verbindenden Material verträglich sind. So können als Absorber beispielsweise Farbstoffe oder Farbpigmente verwendet werden, insbesondere solche, deren sichtbare Farbe im Bereich der Komplementärfarbe zu der eingestrahlten Wellenstrahlung liegt. Als besonders geeignet hat sich jedoch Ruß erwiesen, da dieser in dem gesamten anwendbaren Wellenlängenbereich eine ausreichend hohe Eigenabsorption besitzt.

Erfolgt die Verbindung durch einen Heißkleber oder durch eine zwischengelegte Heißsiegelfolie, so können der Kleber oder die Siegelfolie selbst entsprechend eingefärbt werden.

Die im Absorber erzeugte Wärme kann also entweder das unmittelbar benachbarte Material der zu verbindenden Teile erwärmen, so daß es unter Druck verschweißt werden kann. Sie kann andererseits zur Erwärmung eines Hilfsstoffs, beispielsweise eines Heißklebers dienen,

1479239

der nach dem Erkalten den Zusammenhalt der zu verbindenden Teile bewirkt. Durch nachträgliches oder gleichzeitiges Anpressen kann die Verbindung verbessert werden.

Zur Erläuterung der Erfindung dienen die beiden folgenden Beispiele:

Beispiel 1:

Zur Verschweißung zweier Folien aus gestrecktem Polyester wird die Strahlung eines Rubin-Lasers benutzt, die durch eine Sammellinse auf die zu verschweißende Stelle zwischen den Folien konzentriert wird. An dieser Stelle befindet sich auf einer der Folien eine Rußschicht, die durch einen Laser-Blitz erwärmt wird und die ihr benachbarten Teile der Folie aufheizt. Durch eine Klemmvorrichtung werden die Folien zusammengepreßt, so daß Verschweißung eintritt.

Beispiel 2:

Als Lichtquelle dient ein kontinuierlich arbeitender Gas-Laser ( $\text{Ar}^+$ -Laser, Wellenlängen hauptsächlich 0,4880 und 0,5145  $\mu\text{m}$ ). Durch zwei Sammellinsen, deren Brennweiten sich etwa wie 1 : 30 verhalten und die so angeordnet sind, daß die Brennpunkte zusammenfallen und die dem Laser nähere Linse die längere Brennweite besitzt, wird ein Lichtstrahl geringen Durchmessers und hoher Intensität erzeugt. Auf einer der zu verbindenden Folien ist mit einem roten Eisenoxid-Pigment ein Strich aufgedruckt. Die zu verbindenden Folien werden aufeinander gelegt und so durch den Lichtstrahl geführt, daß

1479239

der rote Strich durch eine der Folien hindurch verlustlos beleuchtet und durch seine spezifische Absorption erwärmt wird. Durch eine Andrückvorrichtung werden gleichzeitig die Folien zusammengepreßt und an der belichteten Stelle verschweißt.

Beispiel 3:

Zur Verschweißung von Folien aus gerecktem Polyäthylen wird auf die zu verschweißenden Stellen der Folien Ruß aufgebracht. Die Schweißstellen werden anschließend über eine fokussierende Spiegeloptik mit der Strahlung eines mit einem  $\text{CO}_2\text{-N}_2$ -Gemisch arbeitenden Gaslasers bestrahlt. Die Wellenlänge der Laser-Strahlung liegt bei etwa  $10,6\,\mu$ . Im Gegensatz zu Polyäthylen absorbiert Ruß Strahlung dieser Wellenlängen stark und erwärmt die benachbarten Folienbereiche. Durch eine Klemmvorrichtung werden die Folien zusammengepreßt und verschweißt.

P a t e n t a n s p r ü c h e:

1. Verfahren zum Verbinden von Gebilden aus thermoplastischen Kunststoffen, insbesondere von Folien, unter Wärmeeinfluß, dadurch gekennzeichnet, daß die erforderliche Wärmeenergie in Form einer elektromagnetischen Wellenstrahlung aufgebracht wird, deren Wellenlänge außerhalb des Bereichs der Eigenabsorption des Materials liegt, durch das die Wellenstrahlung die Verbindungsstelle erreichen soll, und daß die Energie der Wellenstrahlung an der Verbindungsstelle durch einen Absorber in Wärme umgewandelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erforderliche Energie in Form einer elektromagnetischen Wellenstrahlung im Wellenlängenbereich zwischen  $0,18 \mu\text{m}$  und  $1 \text{ mm}$ , vorzugsweise zwischen  $0,3$  und  $12 \mu\text{m}$  aufgebracht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Quelle der elektromagnetischen Wellenstrahlung eine Anordnung dient, die nach dem Prinzip des stimulierten Emission arbeitet.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlung auf die zu verbindende Stelle fokussiert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Absorber ein Farbstoff oder ein Pigment dient, dessen Eigenabsorption im Bereich der eingestrahnten Wellenstrahlung liegt.

909823/0877

1479239

. Verfahren nach 'Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß  
als Absorber Ruß dient.



Methods of joining items made from thermoplastic plastics materials under the action of heat

In addition to using adhesives, the most common method of joining items made from thermoplastics materials, in particular films, is welding or heat-sealing. In existing processes, the heat needed for welding or heat-sealing purposes is introduced by means of hot metal surfaces, hot gases or by a high-frequency alternating electric field.

The disadvantage of this approach is that the quantities of material that are heated are always in excess of what is actually needed to produce the join. This undesirable heating is unavoidable in existing methods because the joining point is heated relatively slowly and, as heat is introduced, the material adjacent to the joining point is also heated. If heating is effected by means of hot gases or hot metal surfaces, heat has to be introduced several times at the joining point or at least one of the parts to be joined. In the case of dielectric heating, all of the material disposed in the alternating electric field is heated. This means that material that is not involved in the actual joining process is always necessarily heated. In view of the fact that the material has much poorer technological properties than the starting material when heated to sealing temperature, it is desirable to restrict the amount of material that is heated to the absolute minimum amount necessary.

A method of joining items made from thermoplastic plastics materials, in particular plastics films, under the action of heat has now been discovered, whereby the heat is limited virtually exclusively to the quantity of material which absolutely needs be heated in order to produce the join. For the purposes of the invention, the requisite heat energy is applied in the form of an electromagnetic wave radiation, the wavelength of which lies outside the range of the natural absorption of the material by means of which the wave radiation is intended to produce the join, and the energy of the electromagnetic wave radiation is

- 2 -

converted into heat by means of an absorber at the joining point.

Depending on the properties of the material to be joined, the electromagnetic wave radiation used may be in the wavelength range of between  $0.18 \mu\text{m}$   <sup>$180 \text{ nm}$</sup>  and  $1 \text{ mm}$   <sup>$10^6 \text{ nm}$</sup> , but is preferably between  $0.3 \mu\text{m}$  and  $12 \mu\text{m}$ . It is of practical advantage to select the intensity of the radiation used in such a way that the heat is applied very rapidly, so that only the area immediately adjacent to the absorber is heated as heat is applied. This can be achieved by concentrating the radiation spatially and/or on the basis of timing, for example by focussing or a flash. It has been found to be particularly effective if radiation sources which operate on the principle of stimulated emission are used, known as lasers or masers. However, radio or other sources of irradiation may be used, provided their intensity is sufficiently high. 302-12

Suitable substances which might be used as an absorber for converting the electromagnetic wave radiation into heat are all those which absorb the incident light in a sufficiently small volume and which are compatible with the material to be joined. For example, dyes or dye pigments might be used as absorbers, in particular those whose visible colour lies within the range of the complementary colour to the radiated wave radiation. Carbon black has proved to be particularly suitable in this respect however, because it has a sufficiently high natural absorption across the entire range of wavelengths which may be applied.

If the join is made using a heat-activated adhesive, the adhesive or the sealing film itself may be coloured accordingly.

The heat generated in the absorber may therefore heat the material immediately adjacent to the parts to be joined so that it can be sealed under pressure. Alternatively, it may be used to heat an auxiliary substance, such as a heat-activated adhesive, which will cause the parts being joined to be held fast on cooling. The join can be further improved by subsequent or simultaneous pressing.

- 3 -

The examples described below are intended to provide an explanation of the invention.

Example 1:

Two films of outstretched polyester are heat-sealed using radiation from a ruby laser with a converging lens to focus on the point at which the films are to be heat-sealed. A layer of carbon black is disposed on one of the films at this point and is heated by a laser flash so that the adjacent parts of the film are heated. The films are pressed together by means of a clamping mechanism to produce heat-sealing.

Example 2:

The light source used is a continuously operating gas laser (Ar<sup>+</sup> laser, wavelengths primarily 0.4880 and 0.5145 <sup>μm</sup>/um). By means of two converging lenses, the burning widths of which operate on a ratio of approximately 1 : 30 and disposed so that the burning points coincide, the lens closest to the laser having the longer burning width, a light beam with a small diameter and high intensity is generated. A stripe of red iron oxide pigment is printed onto one of the films to be joined. The films to be joined are placed one on top of the other and passed through the light beam so that the red stripe is illuminated through one of the films without loss and heated due to its specific absorption. When pressed together, the films are simultaneously applied one against the other and sealed at the illuminated point.

Example 3:

In order to heat-seal films of stretched polyethylene, carbon black is applied to the points at which the films are to be heat-sealed. The sealing points are then irradiated with irradiation from a gas laser operating on the basis of a CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> mixture by means of a focussing mirror optical system. The wavelength of the laser radiation is approximately 10.6 <sup>μm</sup>/u. Unlike polyethylene,

- 4 -

carbon black absorbs radiation at these wavelengths to a high degree and heats the adjacent regions of the films. The films are pressed together and heat-sealed by a clamping mechanism.

C l a i m s:

1. Method of joining items made from thermoplastic plastics materials, in particular films, under the action of heat, characterised in that the requisite heat energy is applied in the form of an electromagnetic wave radiation, the wavelength of which lies outside the range of the natural absorption of the material by means of which the wave radiation is intended to produce the joining point, and the energy of the wave radiation at the joining point is converted into heat by means of an absorber.
2. Method as claimed in claim 1, characterised in that the requisite energy is applied in the form of an electromagnetic wave radiation in the wavelength range of between 0.18  $\mu\text{m}$  and 1mm, preferably between 0.3 and 12  $\mu\text{m}$ .
3. Method as claimed in claim 1 and 2, characterised in that a unit which operates on the principle of simulated emission is used as the source of electromagnetic wave radiation.
4. Method as claimed in claim 1 to 3, characterised in that the radiation is focussed on the point to be joined.
5. Method as claimed in claim 1 to 4, characterised in that a dye or a pigment whose natural absorption lies within the range of the irradiated wave radiation is used as the absorber.
6. Method as claimed in claim 1 to 5, characterised in that carbon black is used as the absorber.